

「パスウェイ型シミュレータ」の開発及び バイオデータ連携基盤の構築

官民研究開発投資拡大プログラム（PRISM）

バイオ技術領域
令和元年度成果

令和2年7月
農林水産省

資料1 「パスイ型シミュレータ」の開発及びバイオデータ連携基盤の構築」の概要

アドオン額: 500,000千円(農林水産省)

元施策・有 / PRISM事業・新規

課題と目標

- n (課題) バイオ国家戦略のもと、育種の加速に向けて、未利用データの活用や、Digital Twin型の試験研究が求められている。
- n (目標) ヒトの腸内マイクロバイオームに着目し、少なくとも1つの特定症状または傾向の改善に寄与する成分の特定につながるバイオメカニズムモデルを構築する。植物の代謝メカニズムのシミュレータを構築し、特定した成分を効率的に生成するための育種ターゲットの探索を行う。非活用データを含めた、多様なバイオ関連研究データを連携可能なバイオデータ連携基盤を構築する。

「施策名」の概要

元施策：民間事業者等の種苗開発を支える「スマート育種システム」の開発（H30年度～R4年度）（R1年度予算額：263,417千円）

PRISMで実施する理由：
データ連携拠点の構築、バイオデータを活用した迅速な作物品種改良スキームの開発を通じて民間研究開発投資誘発効果の促進が見込まれる領域のため、PRISMで実施する。

テーマの全体像：未利用データや高い仮説検証力を持つシミュレータとデータ連携基盤を構築し、高度な機能を備えたバイオデータ生産拠点と結びつけることにより、育種の加速に資する試験研究環境を確立する。

1. 育種ターゲットの把握の加速化に係る研究開発
2. 既存データ有効活用に係る研究開発
3. 腸内マイクロバイオームを対象としたシングルセルゲノム開発システムの開発

出口戦略

パスイ型シミュレータとパイロットプラントからなるバイオリボ（仮称）は、民間コンソーシアムによる事業化をめざす。バイオデータ連携基盤（bio-d.net）については、事業者等の基盤参加によるデータおよびデータ分析の提供によるサブスクリプションモデルや、ワンショットのデータ売買に関わる手数料を基にした運営が想定され、今後、内閣府にて取りまとめられるバイオ戦略とも連携しつつ、中立的な立場の研究機関あるいは民間コンソーシアムによる運営体制の構築」を目指す。

民間研究開発投資誘発効果等

○本格稼働後5年間で民間研究開発投資誘発効果累計25,000,000千円

○民間からの貢献額：170,000千円相当

- ・（内訳）パスイ型シミュレータ開発に伴う民間企業等の共同研究（人員、ロボット（原型）提供）：90,000千円
- ・（内訳）バイオデータ連携基盤構築に伴う民間企業等の共同研究（人員等）：80,000千円

【開発のイメージ】

アドオン（農水省）：250,000千円
 元施策：（農水省委託プロ）263,417千円



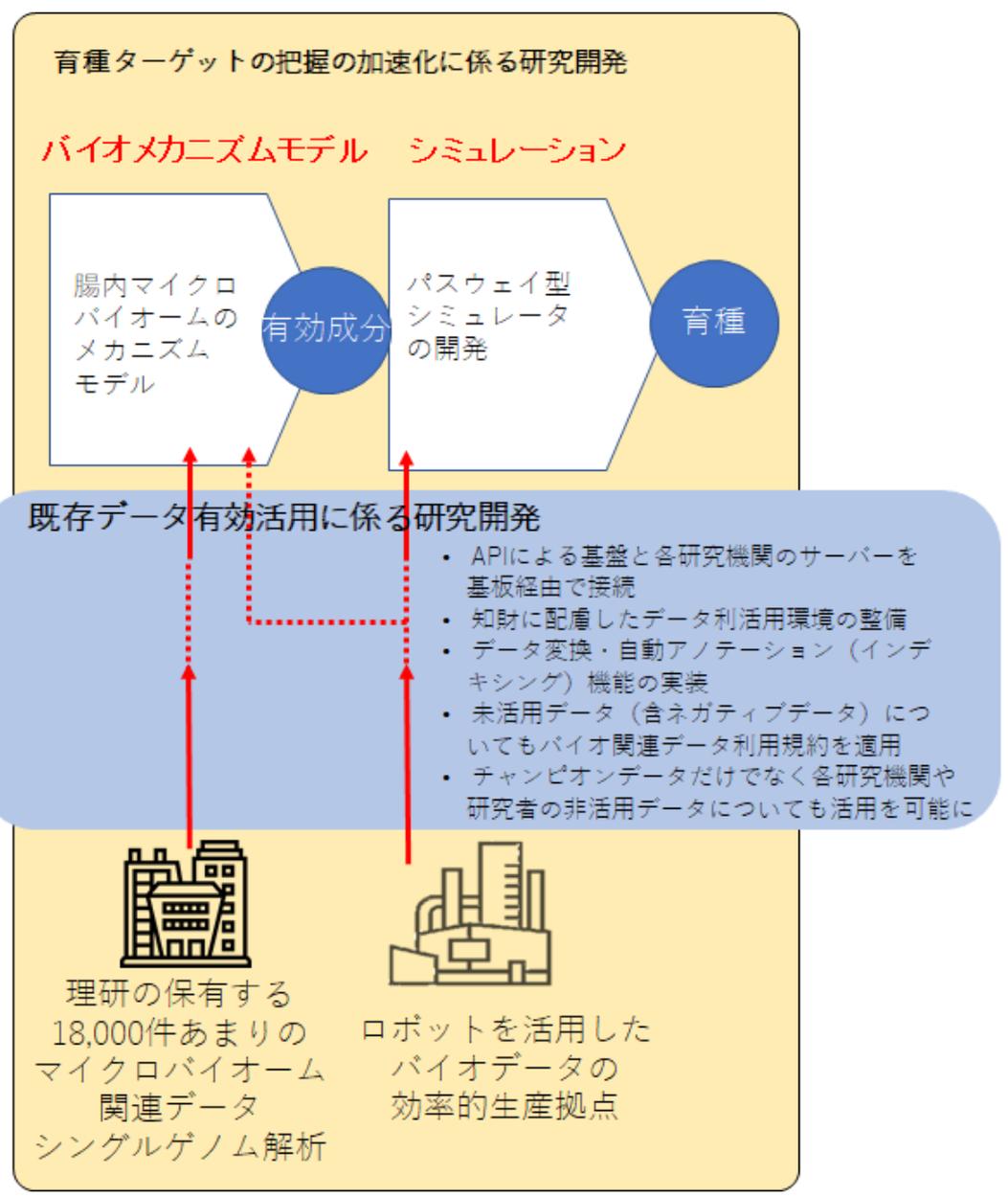
【PRISM】

- データを活用したメカニズムモデル確立を通じマイクロバイオームの健全化に資する有効成分を特定
- パスウェイ型シミュレータの構築によって有効成分の効率的生成を可能とする育種を検討
- WAGRI-devを拡張、育種を基点として様々なデータベースを連携活用できる連携基盤を構築
- データ連携基盤に、各研究機関からの非活用データを連携統合
- 効率的なデータ生産拠点も連携統合することにより、ドライとウェットを繋ぐデジタルツイン型の研究環境を実現

データ活用ビジネス・AI

データ連携基盤

バイオデータ生成



○施策全体の目標：

ヒトの腸内マイクロバイームに着目し、少なくとも1つの特定症状または傾向の改善に寄与する成分の特定につながるバイオメカニズムモデルを構築する。植物の代謝メカニズムのシミュレータを構築し、において特定した成分を効率的に生成するための育種ターゲットの探索を行う。非活用データを含めた、多様なバイオ関連研究データを連携可能なバイオデータ連携基盤を構築する。

事業名等	令和元年度目標	目標の達成状況
育種ターゲットの把握に関する研究開発	<ul style="list-style-type: none"> 育種の加速に資するため、ロボットを活用したバイオデータ生産拠点（AOI-PARCパイオラボ）のパイロット版を構築すること マクロバイームに関するデータを分析して、少なくとも1つ有効成分を決定する。PathWayシミュレーションにより効率的に選択された成分が育成される農作物、環境条件を決定する。 今後新たに発生してくると想定される、バイオデータ連携基盤やシミュレータ型からのリクエストを、実験・計測環境に随時反映していくために必要な各種データスキーマや要件を確認すること 	<ul style="list-style-type: none"> シミュレータで単糖類の生産制御過程に関する仮説を設定し、実験を試行的に実施。最新鋭の機器を選定し、従来よりも高度な解析が可能だけでなく、一部ロボットによる自動化により作業の効率化が実現できる環境を実現 理研の18000件のマイクロバイームに関するデータの情報連携データ基盤への接続を行い、バイオモデルの構築に成功。長寿を目的として、最も適した農作物の必要成分として、植物繊維を決した。 出力データのデータ構造を確認し、実験結果（各機器の出力データ）に付随するメタ情報、アノテーションも確認・整理。多種多様な成分分析、シーケンシング、イメージングの結果を一貫して管理することができるバイオデータ連携基盤への接続APIの構築に成功した。
既存データ有効活用に係る研究開発	<ul style="list-style-type: none"> 多様なデータベース等に蓄積され、今後も蓄積されていくと考えられるバイオ関連データを、データベースの壁を超えて柔軟に連携させ、バイオ関連研究成果（データ）の社会実装を加速すること データ提供者やデータ利用者（社会）が安心して、基盤に接続し、相互に連携できるための、技術・規律の在り方を追求すること データの価値やポテンシャルについて把握し、将来的なバイオ研究の政策方向性を示しうる機能を具備すること 	<ul style="list-style-type: none"> 様々なRDBとの物理的連携を可能とする、NoSQL（not only SQL）クラウドを基本に連携基盤を構築。グローバルな標準化の流れにも配慮したオントロジーの考え方の整理を踏まえ、自動的にアノテーションを行う機能（O/Rマッパー）を実装、様々なフォーマットのデータを、連携しやすくアノテーションされたJSONデータとして自動変換、基盤上で連携可能にした。 基盤の基本機能として、Rや機械学習によるデータの分析を可能とする機能を実装（ダウンロードされないデータ連携を実現）。データ取引に加え、政策検討の支援となるよう、データ活用の実績をカウントできるメタリング機能の実装。オントロジーの考え方、知財のあり方、個人情報保護、ELSI等を射程に入れたデータ利用規約（案）を策定 サブスクリプション契約に加え、ワンショットでのデータ（利用権）を購入できる決済機能を装備。
腸内マイクロバイームを対象としたシングルセルゲノム解析システムの開発	<ul style="list-style-type: none"> ドロップレットの作成速度の向上およびDNA増幅後のドロップレットを用いた次世代シーケンサー用ライブラリー調製工程をハイスループット化すること 経時取得された糞便サンプル(連続5日間(計6サンプル))を用いて腸内マイクロバイームのシングルセルゲノム解析を実施すること 取得された大規模な配列情報をバイオデータ連携基盤に接続し、共有すること 	<ul style="list-style-type: none"> ドロップレットを反応場として用いたシングルセルゲノム解析システムを構築することにより、一日最大768個のシングルセルゲノム解析の並行処理が可能となり、従来までの手法に比べてスループットが10倍以上に向上 作業工程の自動化を実施することにより、次世代シーケンサーから出力されるサンプル毎のデータ量のばらつきを抑制。開発したプラットフォームを腸内マイクロバイームの解析に適用することにより、28種の未記載の細菌を含む56種354個の大量のシングルセルゲノム情報が取得できることを実証 バイオデータ連携基盤に接続することによって、得られたゲノムの平均長、GC%、データベース上での最近縁種とその相同性などの情報をまとめたファイルを出力し、必要に応じて参照できるシステムを構築

資料4 「パスウェイ型シミュレータ」の開発及びバイオデータ連携基盤の構築」の成果

成果①：育種に係る試験研究の効率化

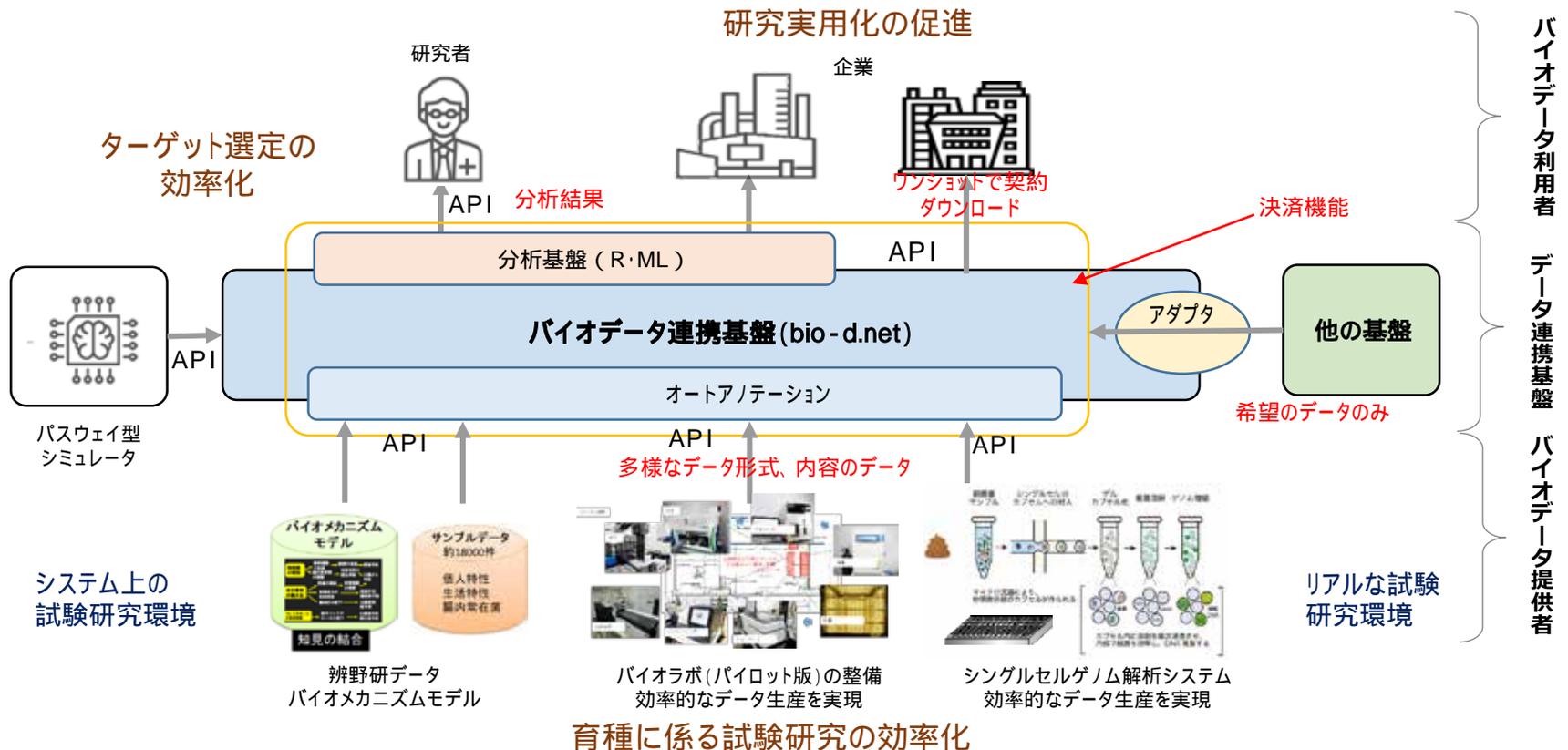
• ロボットを活用したバイオデータ生産拠点（パイオラボ）の整備及びシングルセルゲノム解析システムの開発を通じた、試験研究の効率化に資する高度な機能を備えたバイオデータ生産拠点を確立

成果②：育種ターゲット選定の効率化

• バイオデータ連携基盤に接続し、植物内物質変化を追跡することが可能なパスウェイ型シミュレータの開発を通じて育種ターゲット選定の効率化を実現

成果③：研究実用化の促進

• 「バイオデータ連携基盤（bio-d.net）」を構築することによって、バイオデータ生産拠点、パスウェイ型シミュレータと研究者・企業とを結びつけ、未利用バイオデータの利用による迅速な作物品種改良スキームの開発等、研究実用化を促進



育種(品種開発)の加速化、農業競争力の強化

○民間からの貢献額：1億7千万円相当
 パスウェイ型シミュレータ開発に伴う民間企業等の共同研究（人員、ロボット（原型）提供）：90,000千円
 バイオデータ連携基盤構築に伴う民間企業等の共同研究（人員等）：80,000千円

令和元年度当初見込み	令和元年度実績
パスウェイ型シミュレータ開発に伴う民間企業等の共同研究を短期で実施したため、当初見込みはなし	パスウェイ型シミュレータ開発に伴う民間企業等の共同研究（人員、ロボット（原型）提供）：90,000千円
バイオデータ連携基盤構築に伴う民間企業等の共同研究を短期で実施したため、当初見込みはなし	バイオデータ連携基盤構築に伴う民間企業等の共同研究（人員等）：80,000千円

○出口戦略：パスウェイ型シミュレータとパイロットプラントからなるバイオラボ（仮称）は、バイオデータのウェット・ドライ両面での民間事業者等からの受託データ生成事業の推進が想定され、「民間コンソーシアムによる事業化」をめざす。
 バイオデータ連携基盤（bio-d.net）については、事業者等の基盤参加によるデータおよびデータ分析の提供によるサブスクリプションモデルや、ワンショットのデータ売買に関わる手数料を基にした運営が想定され、今後、内閣府にて取りまとめられるバイオ戦略とも連携しつつ、「中立的な立場の研究機関（例えば、理化学研究所・NBDC等）あるいは民間コンソーシアムによる運営体制の構築」を目指す。

令和元年度当初見込み	令和元年度実績
<ul style="list-style-type: none"> ヒトの腸内マイクロバイオームに着目し、少なくとも1つの特定症状または傾向の改善に寄与する成分の特定につながるバイオメカニズムモデルを構築する。 植物の代謝メカニズムのシミュレータを構築し、上記において特定した成分を効率的に生成するための育種ターゲットの探索を行う。 非活用データを含めた、多様なバイオ関連研究データを連携可能なバイオデータ連携基盤を構築する。 	<ul style="list-style-type: none"> 理研辨野特別研究室の18,000件のマイクロバイオーム関連データの分析結果をモデル化、バイオメカニズムモデルをバイオデータ連携基盤に連携、格納 ソルガム等のデータを基に植物の代謝メカニズムをクラウド上でシミュレータ化、当該シミュレータをバイオデータ連携基盤に連携、ロボットを活用したバイオデータ生産拠点と合わせてバイオラボとして整備 シングルセルゲノムの解析システムを整備 多様なデータの連携活用を可能とするデータ連携基盤を構築、整備